

İMMİTANSMETRİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

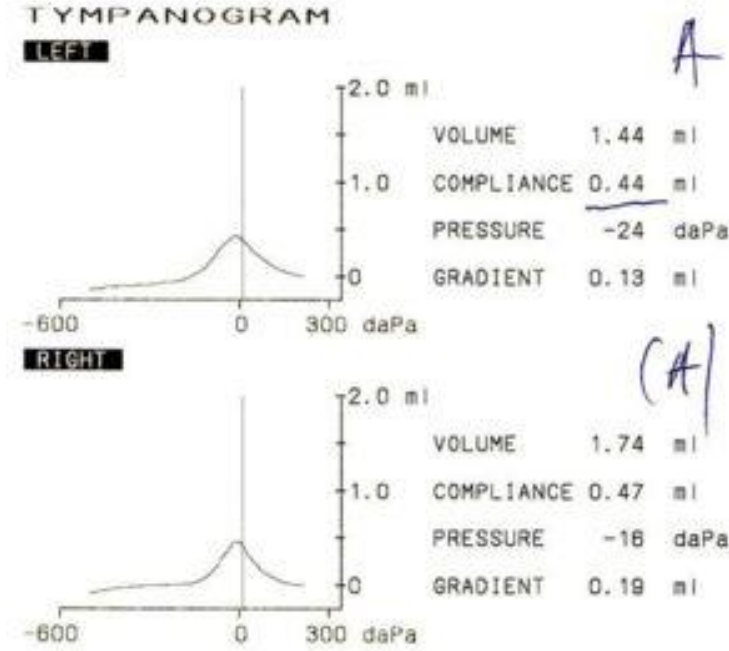
I. GİRİŞ

- Orta kulak fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan **HIZLI, NON-İNVAZİF ve OBJEKTİF** bir test yöntemidir.
- Hastanın özel durumlarından etkilenmeyen bir test yöntemidir. Tek şart öncesine kulak yolunda engelleyici bir lezyonun tespit edilmesi gerekliliğidir.
- Akustik immitansmetri **kulak zarı ve orta kulak fonksiyonları** üzerine kurgulanmış bir test olmasına rağmen **koklear ve Retro-koklear patolojilerin hatta fasyal sinirin** araştırılmasında kullanılmakta olan bir testtir.
- Orta kulak fonksiyonlarının doğru şekilde çalışabilmesi için orta kulak basıncının östaki aracılığıyla dış ortam basıncı ile eşitlenmiş olması gerekmektedir.
- Orta kulak yapıları ve kulak zarı düşünülenin aksine ses iletimini engelleyen yapılardır ve sesin iletimine direnç gösterirler.

II. TESTLERİN FİZYOLOJİSİ

- Dış kulak yoluna pozitiften negatife doğru basınç uygulaması yapılırken verilen **akustik enerjinin yansıma-emilme miktarını** ölçen bir test yöntemidir.
- Dış kulak yoluna 226 Hz'de 85 dB SPL şiddetinde uyarın altında **-400 daPa ile +200 daPa** arasında basınç uygulanır.
- Orta kulak fizyolojisi gereği **normal basınç** (kulak zarı iki tarafı arasında basınç farkı olmaması) altında ses geçirgenliğinin **en yüksek düzeyde** olması gerekir. Pozitif ve negatif basıncın en yüksek olduğu bölgelerde ise akustik enerjinin en yüksek miktarda yansıyor olması gerekmektedir.

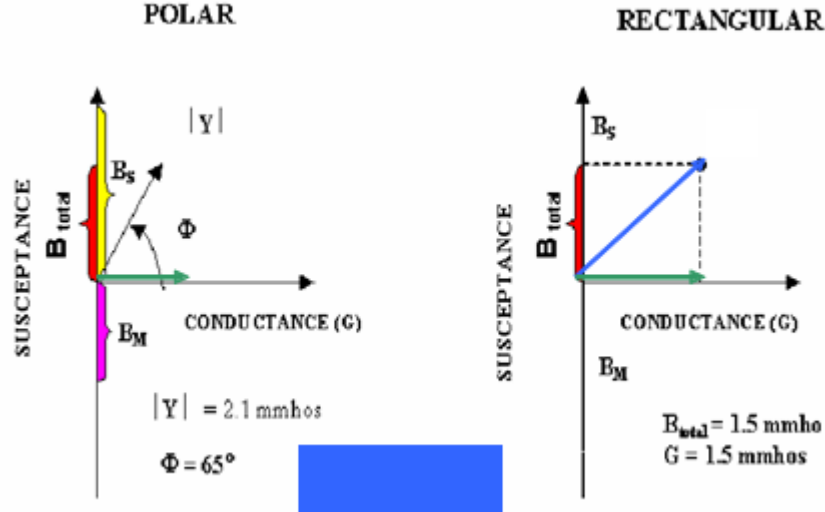
- Yukarıda anlatılan enerji değişimi timpanogram adı verilen bir grafik ile **ml cinsinden** ifade edilir.
- Şekil 1 Normal Timpanogram



- Dış kulak ve orta kulağın mekanik ve akustik elemanları mevcuttur;
 - Mekanik Sertlik
 - Akustik Sertlik
 - Kütle
 - Sürtünme Direnci
- Orta ve dış kulak tüm frekanslardaki uyarınları **eşit şekilde** geçirmez.
- **1000 Hz altı ve 4000 Hz üstü frekanslar daha çok** orta kulağı geçebilmektedir.
- **1000 Hz altında** akustik sertlik yüzünden **daha az** yayılım mevcuttur.
- **4000 Hz üstünde** kütle etkisi yüzünden geçirgenlik **daha azdır**.

- Yukarıda sayılan frekanslardaki etkilerden dolayı frekans geçirgenliği sınırlı orta kulak işitme hassasiyetini sınırlayıcı bir etki göstermektedir.
- Yukarıda anlatıldığı gibi kulak yapıları sese karşı direnç göstermekte olup buna **akustik impedans** adı verilir. Tersini yani sesi geçirme özelliğine ise **admittans** denilmektedir.
- **İmmittans terimi ise impedans ile admittans arasındaki denge konumu anlamına gelen bir terimdir.**
- Mevcut immitansmetrik cihazlarımız aslında admittansı ölçmekte olan cihazlardır.
- **Admittans ölçümü yapmakta olmamızın nedenleri şunlardır;**
 - Dış kulak yolu hacmi ve şekli bireye göre değişmektedir. İmmittans ölçmek istediğimizde **dış kulak yolu hacmi** immitans değerini etkilemektedir. Oysa admittans ölçtüğümüzde dış kulak yolu hacmi sadece taban çizgisini etkilemektedir.
 - Admittans **orta kulak değişikliklerine immitanstan çok daha duyarlıdır.**
- **Admittansın bileşenleri şunlardır;**
 - **Orta kulakta daha çok mevcut olan SERTLİK**
 - **Orta kulak etkisini ağır bastığı KÜTLE**
 - **SÜRTÜNME (FRICTION)**
- Admittans ölçümünde sertlik ve kütle birbirlerine **zıt vektörlerdir**. Bu iki olay admittans sırasında birbiri ile yarışmakta olduğunda birlikte oluşturdukları duruma **SUSCEPTANS (EMİR)** denir. Eğer ortamda admittansı yaratan sertlik ise susceptans pozitif alanda kütle ise susceptance negatif alanda ifade edilir.

- Şekil-1; B_s Sertlik, B_m Kütle'yi ifade etmektedir



-
- Ortam tarafından akustik enerji emilime uğramaktadır. Konduktans, emilime uğrayan enerjinin sürtünme tarafından yok edilmesi durumudur.
- **Susseptans ve konduktans iki ayrı vektör olarak değerlendirilir ve Akustik Enerji kutuplanmış olur.**

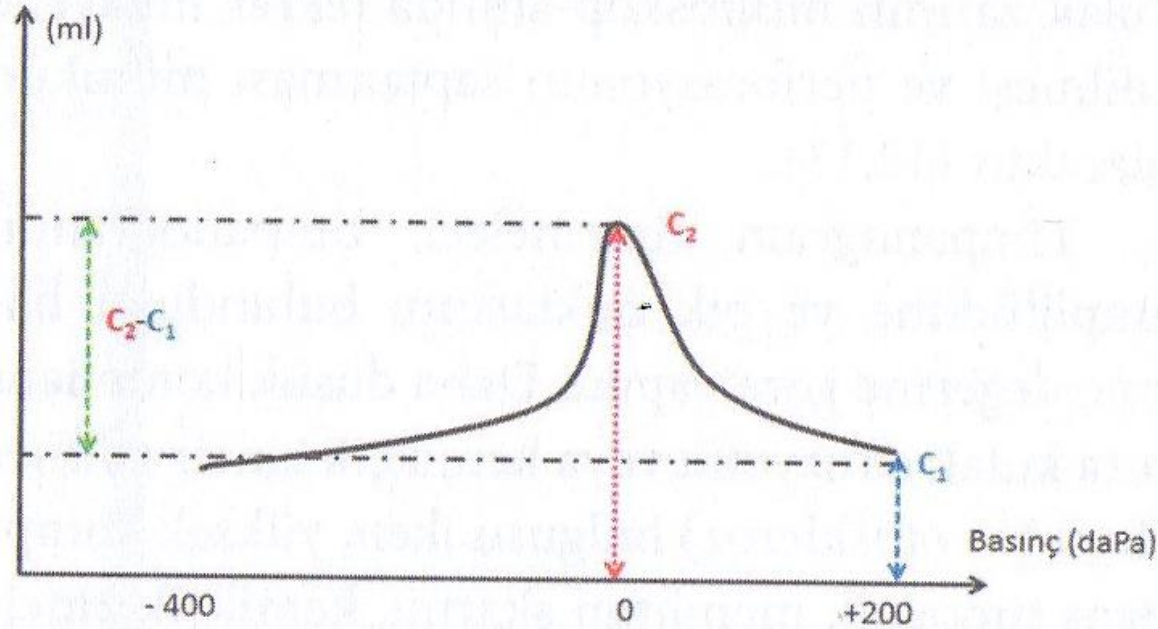
III. İMMİTANSMETRİ TESTLERİ

a. Timpanometri

- Atmosferik basınçlar altında karşı kulak zarının akustik uyarılara tepkisini ölçen bir testtir.
- En önemli ve ilk şartı testin gerçekleştirilebilmesi için **timpan membranının sağlam olması** gerekmesidir. Perfore kulak zarı durumunda test gerçekleştirilemez. Dolayısıyla otoskopik olarak incelenmemiş bir kişide testi uygulamamak gerekir.
- İkinci şart test sırasında hastanın kıpırdamadan durması ve yutkunmuyor olması gerekliliğidir.

- Dış kulak yolundaki probtan 226 Hz'de 85 dB HL uyaran verilerek yapılmakta olduğu halde 6. Ayına kadar bebeklerde 1000 Hz ile yapılmalıdır.
- İmmittansmetri testleri kombine şekilde yapılacaksa ilk sırada yapılması gereken timpanometridir.
- **-400 daPa ile +200 daPa** arasında dış kulak yoluna basınç uygulaması yapılarak verilen sesin yansımalarına bakılarak timpanogram çizdirilir.
- Timpanogramın değerlendirilmesinde iki önemli kriter vardır;
 - **Pik noktasının amplitüdü**
 - **Pik noktasının basınç değeri.**
- Pik noktasının basınç değeri normal koşullarda **-100 ile +50 daPa** arasında olmalıdır. Kulak zarının otoskopik değerlendirmesinde eğer zar normal olarak görülüyorsa pik değerinin **-150 daPa'da** bile bulunması normal olarak kabul edilmelidir.
- Timpanogramın başlangıç çizgisi C1 noktası olarak adlandırılır.
 - **C1 noktasının çok düşük olması dış kulak yolunun hacmini dar olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda ilk akla gelmesi gereken dış kulak yolunda bir buşon bulunmasıdır.**
 - **C1'in yüksek olması ise minik perforasyonlarda görülen bir durumdur.**
 - **Östaki borusu açıksa ve kulak zarı perfore ise timpanometri çizdirilemez.**
 - **Timpan membran perfore ise ve östaki borusu kapalı ise ve orta kulak hacmi 2,5 ml'nin altındaysa C1 dışında başka bir nokta oluşamaz ve bu durumda Tip B timpanogram ile karşı karşıya kalırız.**

- Timpanogramda tepenin oluřtuđu noktaya C2 noktası denilmektedir.
- şekil 2; Timpanometride referans noktaları

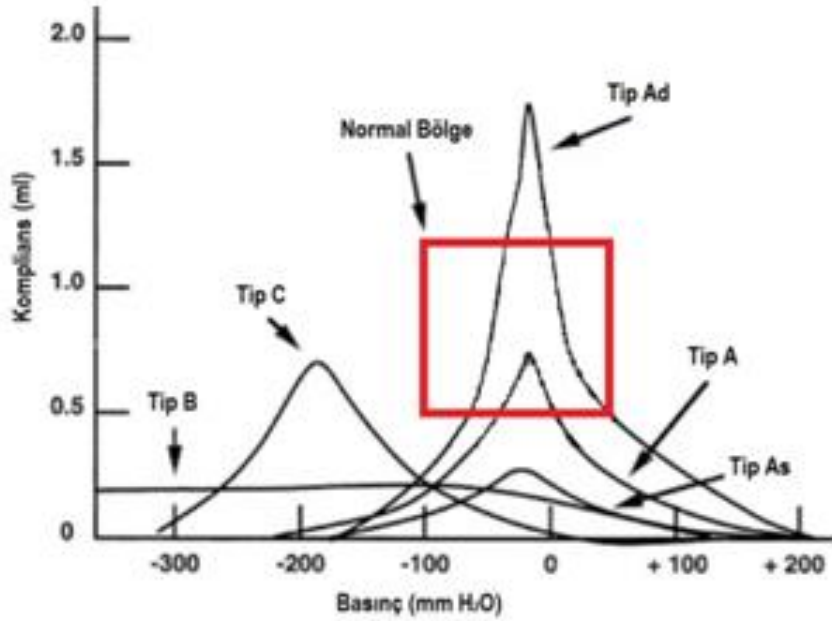


- Timpanometride oluşan tepenin yerine göre timpanometri tipleri tanımlanmıştır.
 - **Tip A;** Genelde normal kulak basınçlarının mevcut olduğu kulaklarda elde edilen timpanometri tipi olmakla birlikte bunu bozan bir istisnai durum vardır. O da **otosklerozun başlangış evresidir**. Otoklerozda kemikçik fiksasyonu henüz erken evredeyken timpanogram bozulmaz.
 - **Tip As (Stiffness-Sertlik);** Kemikiklerin ve timpan membranın sertleşmeye başlamış olmasından dolayı otosklerozda timpanogramda tepe noktası olması gerekenden daha aşağıda gerçekleşir.
 - **Tip Ad (Deep-Derin);** Tepe noktası olması gereken basınç bölgesinde olduğu halde tepe noktası 1,6 ml üzerinde gerçekleşmektedir. **En sık nedeni otit sekelidir. Timpan membranının yeniden epitelize**

olması sırasında gerçekleşen bir sekeldir. Diğer bir sebebi ise ileri otosklerozda kemikçiklerde kopma meydana gelmesidir.

- **Tip C;** Tepe noktasının -100 daPa'nın gerisinde olması ile karakterize durumdur. Ancak tepe noktasında düşüş görülmez. Kulak zarı hareketliliği değişmemiştir. En önemli nedenleri; Östaki tüpü fonksiyon bozuklukları ve efüzyonlu otit gelişmekte olduğu halde Tip B timpanogram oluşturacak kadar yeterince birikim olmamıştır.
 - **Tip C1;** Tepe noktası -100 ile -200 daPa arasındadır.
 - **Tip C2;** Tepe noktası -200 ile -400 daPa arasındadır.
 - **C2'de biriken sıvı artmış ve kıvamı koyulaşmaya başlamıştır.**
- **Tip B;** Tepe noktasının oluşmadığı timpanogram tipidir.
- Oluştugu durumlar;
 - **Buşonlarda dip çizgi normalden daha düşüktür ve tam bir Tip B değildir.**
 - **Seröz otit-Efüzyonlu Otit-Sekretuar Otit**
 - **Östakinin kapalı olduğu Timpan Membran perforasyonu durumunda**
 - **Dev orta kulak tümörlerinde**
 - **Otosklerozun çok ileri evresinde**

- **Şekil 3; Timpanogram Tipleri**



b. Östaki Borusu Fonksiyon Testleri

- Kronik otit cerrahisinde östaki fonksiyonlarının varlığı cerrahinin prognozunu iyi yönde etkileyen önemli bir faktördür.
- Üç türlü östaki fonksiyon testi mevcuttur.
 - **Pasif Açılma kapasitesi;** Orta kulak veya nazofarenks basınç artışı ile östaki borusunu açıldığının gösterilmesi
 - **Toynbee;**
 - Burun parmaklar ile kapattırılır.
 - -200, 0 ve +200 daPa'da 3 kez yutkundurulur. Timpanometri yapılır.
 - Çalışmakta olan östakide tepe noktası negatif basınç bölgesine hareket eder.

- **Valsava**

- Valsalva hareketi ile timpanometri yapılır.
- Çalışmakta olan östakide tepe noktası pozitif basınç bölgesine hareket eder.

c. Fistül testi

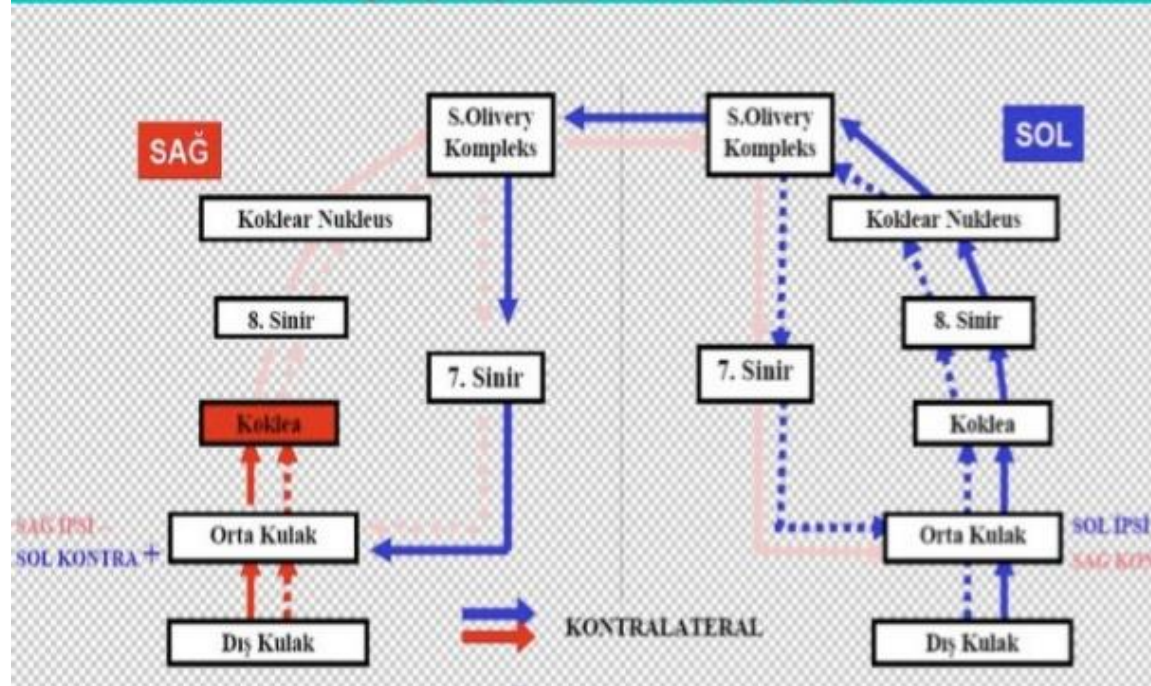
- Timpanometri cihazı ile -400 ile +200 daPa basınç dış kulak yoluna verildiğinde baş dönmesi ve basınç verilen tarafa nistagmus gerçekleşmesi durumunda fistül testi pozitiftir.
- Testin pozitif olması yarım daire kanallarında bir **defekt-fistül olduğu** anlamına gelirken testin negatif olması klinik olarak anlamlı değildir ve fistül olmadığı anlamına gelmez.
- Normal kulak zarı olan bir bireyde timpanogram yapılırken baş dönmesi ve nistagmus gelişmesi durumuna **Yalancı Fistül Testi Pozitifliği** denir. **Endolenfatik hidropsta** görülür ve **Hennebert Belirtisi** ismini alır.

*Endolenfatik Hidrops; Koklea içindeki sıvıların basıncının yüksek olması

d. Akustik Refleks (Stapes Refleksi) Testi

- Akustik refleks arkı şu şekilde gerçekleşir;
 - Dış Kulak ve orta kulağa ulaşan ses
 - Kokleayı uyardıktan sonra
 - N. Vestibulokoklearis (VIII. Sinir) uyarılır
 - Ventral Koklear nukleus
 - Trapezoid Cisim
 - Her iki taraftaki Superior Olivary Kompleks
 - Fasyal Nukleus
 - M. Stapedius

- Şekil 2 Akustik Refleks ark



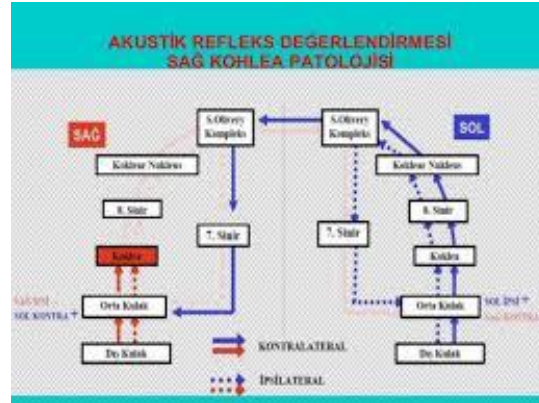
- Akustik Refleks testinin maksimum geçirgenliğin olduğu kulak basıncında uygulanması gerekir.
- Kulak zarı perfore iken bu testin uygulanmaması gerekir.
- İşitme eşiğinin 70-80 dB üstünde uyarım yapılması gerekmektedir. Bu nedenle 50 dB üstünde işitme kaybı olan bir kişide bu refleksin alınması oldukça düşük bir ihtimaldir.
- Böyle yüksek bir sesin normal çalışan bir refleks arkında perilenfe iletiminin engellenmesi amacıyla M.stapedius istemsiz kasılarak tepki veriyor olmalıdır.

- Normal işitme eşiklerine sahip bir kişide 105 dBHL ve üzerinde uyaranda refleks alınabiliyorsa bu durum bir patolojini varlığına işaret eder.
 - Otitis Media sekeli
 - Vestibülerpatoloji
 - Retrokoklearpatoloji (?)
 - İleri tetkik; ABR yapılmalıdır.
- İpsi refleksler 500, 1000 ve 2000 Hz'de kontra refleksler 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de aranır.

i. Akustik Refleksi ile Patolojilerin değerlendirilmesi

1. Koklear Patolojiler

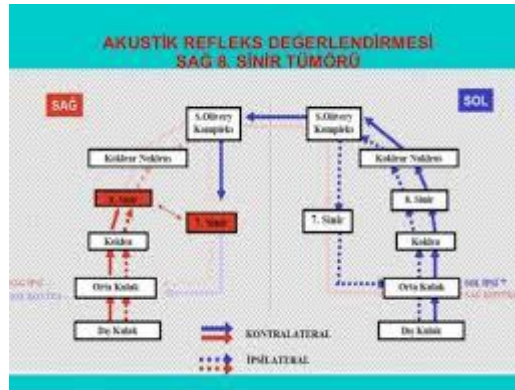
- Koklear patolojilerde stapes refleksi eşiğinin düştüğü görülmektedir. Meniere hastalığında genellikle işitme eşiğinin 55dB ve altında akustik refleks pozitif hale gelmektedir.



- Lezyon tarafında ipsilateral ve kontralateral refleks alınamaz. Karşı tarafta ise ipsilateral ve kontralateral refleks alınabilir.

2. VIII. Sinir Tümörleri

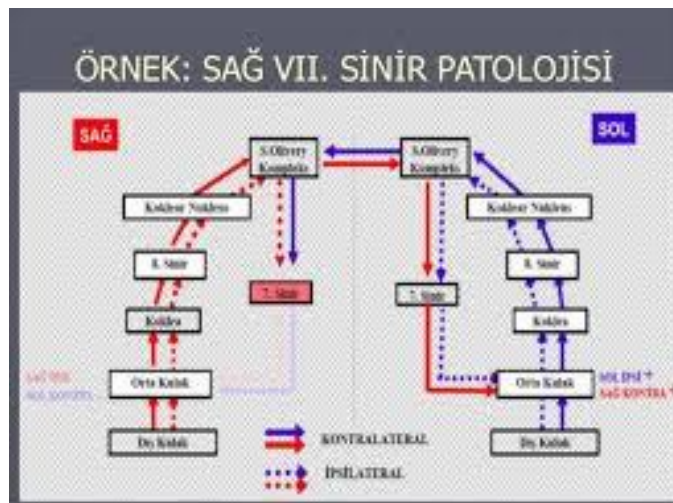
- VII. ve VIII. sinir anatomik olarak birbirlerine **komşu sinirlerdir**. Birindeki tümör diğerini çalışmasını etkilemektedir.



- Lezyon tarafında ipsilateral ve kontralateral refleks alınamaz. Karşı tarafta ise ipsilateral alınabilirken kontralateral alınamaz.

3. VII. Sinir Tutulumu-Fasyal Sinir Patolojileri

- Fasyal sinir patolojileri durumunda **stapes kasına imnpuls iletimi olamayacağından** refleks arkı çalışmaz.



Thursday, October 8, 2009

- Fasyal sinir hastalıklarında hastalığın olduğu tarafta ipsilateral refleks alınamaz ancak kontralateral refleks alınabilir. Karşı

tarafıta ipsilateral refleks alınabilir ancak kontralateral refleks alınamaz.

4. Otoklerozda;

- Otokleroz hafif ve orta düzeyde ise lezyon tarafındaki ipsilateral refleks ve karşı kulaktaki kontralateral refleks alınamaz.
- Eğer otokleroz ileri düzeyde ise lezyon tarafında ipsi ve kontralateral refleksler ve karşı kulaktan kontralateral refleks alınamaz.

Tablo-1 Akustik Refleks Tanı Cetveli

<i>Lezyon</i>	<i>Lezyon Tarafı İpsi</i>	<i>Lezyon Tarafı Kontra</i>	<i>Sağlam Taraf İpsi</i>	<i>Sağlam Taraf Kontra</i>
<i>Koklea Patolojisi</i>	+	+	-	-
<i>VIII. Sinir Tümörleri</i>	-	-	+	-
<i>VII. Sinir Hastalıkları</i>	-	+	+	-
<i>Otokleroz</i>	-	+	+	-
<i>Otokleroz (Ağır Dereceli)</i>	-	-	+	-

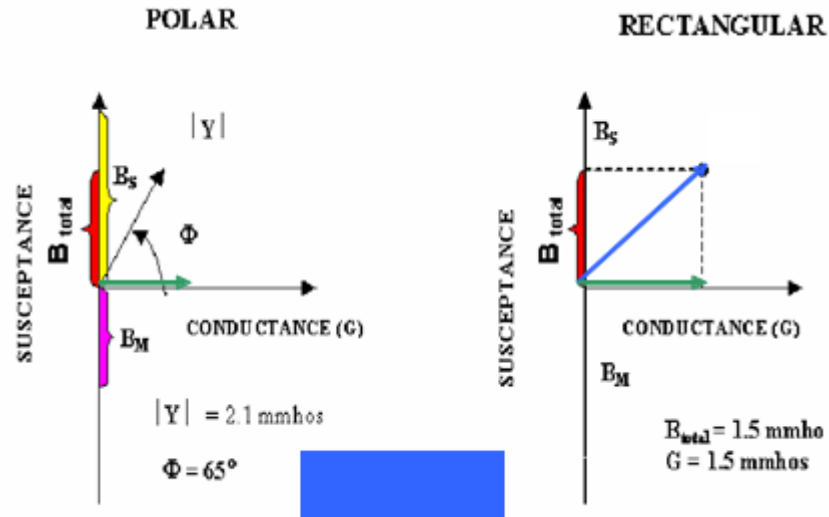
e. Refleks Erime Testleri

- **VIII. Sinir ve retrokoklear alanda kalan sinirlerin hastalıklarında stapes kası tonusunu yeterli süre koruyamaz ve refleksin eridiği tespit edilir.**
- 500 ve 1000 Hz'de akustik refleksin 10 dB üstünde verilen uyarının kontralateralde refleks oluşturma etkinliğine bakılır. Eğer uyarın verildikten **sonraki 5. saniyede cevap amplitüdü %50 ve daha fazla azalıyorsa** erime testi

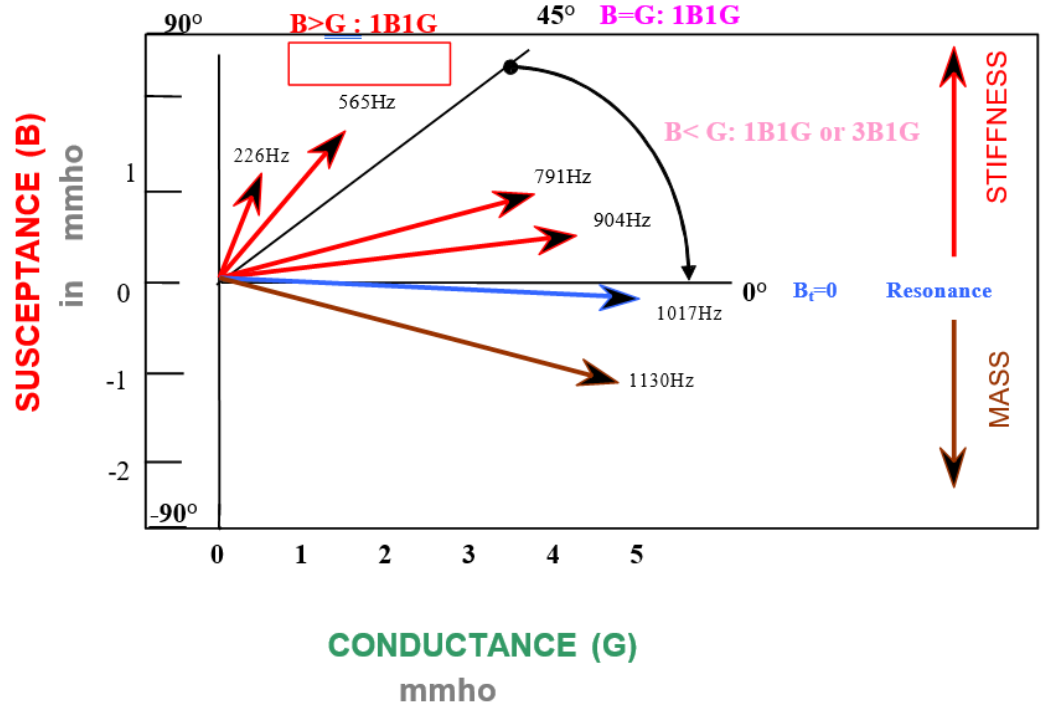
pozitifdir. Bu durumda **retrokoklear bir patoloji mevcut olma ihtimali %85'in üstündedir.**

f. Multifrekans Timpanometri

- B_m ;Kütle(mass) B_s ; Kütle



- **Susceptance(Emir)** vektörünün sıfır olduğu durumda direnç sadece **konduktans** yani sürtünmeden etkilenir. Direnç frekanstan bağımsız olduğundan sistem doğal frekansında titreşmektedir. Susceptance'ın sıfır olduğu frekans İmmitans **Rezonans Frekansı** olarak adlandırılmaktadır.
- Rezonans frekansı bazı patolojilerde azalmakta veya artmaktadır.



-
- Sertliğin artmasına neden olan otoskleroz durumunda **rezonans frekansı** artar.
- Sertliği azaltan bir durum olan **kemikçik zinciri kopukluğunda** ise rezonans frekansı azalmaktadır.
- 226 ya da 678 Hz.'lik prob tonlu timpanometreler ile kesin ayırıcı tanısı yapılamayan durumlarda multifrekans timpanometri yardımcı olmaktadır.
- Prob tonun değişik frekanslarda uygulanması özellikle orta kulak kemikçik zincirinde ayrılma olması sonucu ses iletiminin bozulması gibi düşük impedanslı patolojilerin tanısında yarar sağlamaktadır.
- Multifrekans timpanometrisi, 226 Hz ile 2000 Hz arasında değişik prob tonlar ile elde edilen timpanogramların analizini sağlayan bir yöntemdir.
- **Düşük prob ton frekansları** kullanıldığında timpanogram daha çok orta kulak ve timpan zarının katılığı hakkında bilgi vermektedir.

- **Yüksek frekanslı prob tonlar** ise orta kulak sisteminin kitlesel etkisini arttıran patolojilerde daha çok değer taşımaktadır.
- Multifrekansiyel timpanogram otoskleroz, ossiküler zincirde parsiyel ve total devamsızlık, orta kulak malformasyonları, primer kolesteatom, orta kulak tümörleri, osteogenesis imperfekta ve ossiküler zincirin fibröz displazisi gibi patolojilerin ayırıcı tanısında önemli tanı kriterlerini sunar.
- Multifrekansiyel timpanometri dünyada yeni kullanıma girmiş bir tanı yöntemidir.

i. Multifrekansiyel Timpanometri'nin Çalışma Prensipleri:

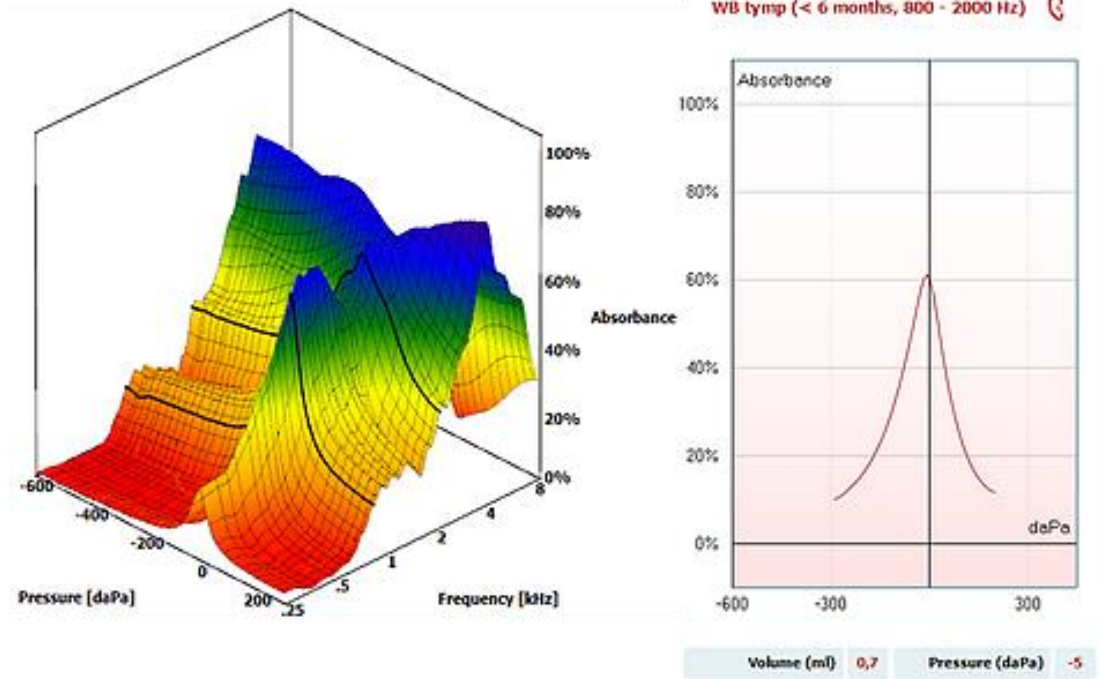
- Öncelikle 226 Hz'lik prob ton kullanılarak timpanogram ve statik admittans kaydedilir.
- Timpanogram kaydı, hava basıncı +200 ile -400 daPa arasında 200 daPa/saniye oranında değiştirilerek yapılır.
- Orta kulağın rezonans frekansı, prob tonu 250 Hz ile 2000 Hz arasında 50 Hz lik basamaklar şeklinde taranarak ve kulak kanalına +200 daPa basınç uygulanarak araştırılır.
- Bu ölçümler sırasında saptanan faz açısı ölçümleri hafızaya kaydedilir.
- İkinci bir prob ton ise timpanometrinin tepe değerindeki basınç kulak kanalına uygulanarak verilir. Her iki ölçüm arasındaki veri farkları frekansiyel fonksiyonlu bir grafikte değerlendirilir. Düşük frekanslarda timpanometride tek tepe noktası izlenmektedir. Ters bir şekilde, yüksek frekans prob tonlu timpanogramlar çok sayıda tepe noktaları içerir.

- Akustik immitans aşağıdaki formöl ile açıklanmaktadır;
 - $Y=1/[c+j(2\pi fm-k/2\pi f)]$.

*Bu formölde Akustik immitans (Y), akustik empedansın (Z) tersi m: orta kulak kütlesini, k: kemikçik ve timpanik membran ligamentlerinin sertliğı, $2\pi fm$: kütle susseptansı, $k/2\pi f$: komplians veya sertlik susseptansı ve c: kondüktans olarak tanımlanmaktadır.

- Açıktır ki sesin frekansı arttıkça sistem daha çok kütleden etkilenmektedir. Frekans azaldıkça sistem daha çok komplianstan etkilenmektedir.
- $Y=1/c$ olana tek bir frekans vardır ve bu frekansta total suseptans 0 dır. Bu f değeri rezonans frekansı olarak tanımlanmaktadır. Sonuçta kondüktanstan bağımsız olarak yüksek rezonans frekansı olan sistemler yüksek sertliğı olan sistemlerdir ve düşük rezonans frekansı olan sistemler de yüksek kütleli sistemlerdir.
- Kütle etkisi altındaki yani rezonans frekansı artmış orta kulaklara örnek kolesteatoma veya kemikçik zincir ayrılmasıdır.
- Sertlik etkisi altındaki kulaklara da otoskleroz ve timpanoskleroz örnek olarak verilebilir.

g. Geniş Bant Timpanometri



-
- Multifrekans timpanometride ses enerjisinin absorbe ya da reflekte edilmesine dayalı ölçümüne dayalı timpanometri yöntemine **Geniş Bant Timpanometri** denilmektedir.
- Yukarıda normal bir bireydeki örneği verilmiş olan üç boyutlu timpanometride -600 ile +200 daPa basınç arasında 226 Hz ile 8000 Hz arasındaki ses absorpsiyon oranını tespit edilmiştir. Bu tip timpanometriye **Geniş Bant Absorbans** adı verilir.
- Eğer timpanometri sırasında absorbans yani emilen akustik enerji miktarı değil de yansıyan akustik enerji miktarı ölçülüyorsa bu tip üç boyutlu timpanometrilere de **Geniş Bant Reflektans** adı verilir.
- Reflektans Absorbansın tam tersi olarak ifade edilir.
- Akustik enerjinin en iyi reflakte (yansıdığı) frekanslar 226 Hz ile 1000 Hz arasında iken en iyi absorbe (emildiği) edildiği frekanslar 1000 Hz ile 4000 Hz

arasındadır. 4000 Hz üstünde absorbsiyon hızla düşerken refleksiyon da hızla artmaktadır.

- Konuşma frekansları olan 1000 ile 4000 Hz'lerde daha spesifik bilgi vermesi nedeniyle orta kulağın konuşma frekanslarına karşı verdiği tepkiye ölçmekte timpanometriye göre daha iyi bir yöntemdir.